

FACTORES MACROECONÓMICOS QUE INFLUYEN EN LA VOLATILIDAD DEL ÍNDICE ACCIONARIO COLCAP

Susan Juliette León Cristancho

sleoncr@eafit.edu.co

Alfredo Trespalacios Carrasquilla

alfredo.trespalacios@gmail.com

Resumen

El mercado accionario es parte fundamental del sistema financiero, el cual está estrechamente ligado con el crecimiento y desarrollo de la economía, por lo tanto las inversiones en dicho mercado se convierten en parte fundamental de la operación financiera de un país. Dichas inversiones por las condiciones del mercado presentan riesgos, reflejados en los niveles de incertidumbre que enfrentan los inversionistas de cara al mercado. En la presente investigación se identifican los factores macroeconómicos que influyen en la volatilidad del índice Colcap, para ello se analizaron diferentes estudios que involucraron variables económicas en la predicción de series financieras especialmente en índices bursátiles para tres medidas de volatilidad: los rendimientos al cuadrado, el VIMA y la desviación estándar, con las cuales se estimaron 6 modelos econométricos, identificando que sí existen factores macroeconómicos nacionales e internacionales que influyen sobre la volatilidad del índice y subsecuentemente la incertidumbre del mercado.

Palabras clave

Índices bursátiles, COLCAP, Volatilidad, Factores macroeconómicos.

Abstract

The stock market is an important part of the financial system, that is closely linked to the economic growth and development, therefore investment in this market become a fundamental part of the country financial operation. Such investments by market conditions pose risks, that is reflect in the levels of uncertainty that facing investors in the market. In the present investigation was identifies macroeconomic factors that is influencing COLCAP volatility index, for this reason it was analyze different studies involving different economic variables in predicting financial series especially stock indices for three measures of volatility: the squared returns , the VIMA and standard deviation , in which were estimated 6 econometric models , identifying if there are national and international macroeconomic factors that influence in the volatility of the index and subsequently market uncertainty.

Key words

Stock index, COLCAP, Volatility , Macroeconomic factors

1. Introducción

La mayor parte de las economías de América Latina han crecido durante la última década, acelerando significativamente la globalización financiera, fenómeno ligado con la movilidad internacional de capital. Incluso habiéndose presentado una crisis financiera en la economía global desde 2008, se ha podido observar que América Latina tiene mayor flexibilidad cambiaria, tiene una mejora en regulación financiera, los balances financieros externos experimentan un fundamental progreso y también es una fortaleza la aplicación de políticas anti cíclicas en el área fiscal en la mayor parte de las economías de la región. (Nudelsman, 2013).

Para el caso de Colombia, la primera década del siglo XXI se caracterizó por ser una época de crecimiento y expansión del sistema financiero, promovido en un comienzo por las adquisiciones, fusiones y entrada de nuevas organizaciones (Padilla Villa & Zanello Riva , 2013). Durante las tres últimas décadas el mercado de valores en Colombia ha evolucionado de forma significativa, especialmente en lo corrido del siglo XXI. Tanto el valor transado como la capitalización bursátil del mercado accionario han crecido de manera relevante en los últimos 10 años. En parte el mercado accionario se ha favorecido del buen desempeño económico del país, y de los mercados emergentes. Así mismo es importante destacar los cambios institucionales en estos mercados, en los que ha sido importante los avances en materia de regulación de portafolios y su ajuste con la internacionalización del mercado de capitales (Agudelo Rueda, 2011).

Es importante anotar que a pesar de que las economías presenten comportamientos favorables influenciados por los factores anteriormente mencionados, el desempeño de los índices accionarios no necesariamente sigue las mismas tendencias alcistas, puede haber elementos que afecten negativamente los mercados accionarios y por lo tanto reflejar pérdidas en los portafolios de los inversionistas. Es así como se hace indispensable la medición del riesgo, donde el factor fundamental es la INCERTIDUMBRE, que se refiere a cuando se realiza una inversión en el mercado bursátil y no se sabe si esta se materializará en riesgo, lo cual se traduce en una pérdida económica para el inversionista, (Autorregulador del Mercado de Valores AMV, 2012)

El hecho de que el desempeño de los mercados accionarios presente tanto movimientos alcistas como bajistas conlleva a que se presente una volatilidad en los precios de los mismos. Entre más volátil sea un activo más riesgoso, porque su precio se moverá de manera más brusca. Por lo cual, el inversionista debe conocer y comparar la rentabilidad y volatilidad de sus posibles alternativas de inversión para tomar una decisión acertada. (Autorregulador del Mercado de Valores AMV, 2012)

En este mercado los inversionistas hacen seguimiento continuo a los indicadores económicos y financieros tanto nacionales como mundiales, están atentos al comportamiento general del mercado accionario colombiano a través del índice COLCAP que es un indicador que refleja

las variaciones de los precios de las 20 acciones más liquidas de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), y se pondera a través del valor de la Capitalización Bursátil de cada compañía (Bolsa de Valores de Colombia., 2014). Este indicador está sujeto a la volatilidad del mercado accionario, lo que genera incertidumbre al inversionista, por lo que éste busca herramientas que le permitan identificar estrategias de inversión. En ese orden de ideas, el problema objeto de este estudio radica en: identificar los factores macroeconómicos que influyen en la volatilidad del índice accionario COLCAP, a través de un modelo econométrico y que posiblemente fundamentado en dicho índice, el inversionista llegue a construir estrategias de inversión en el mercado accionario.

Con miras a evaluar el problema objeto de estudio se han identificado investigaciones previas que aportan y responden en parte al problema presentado:

Chen, Roll & Ross (1986) afirman que los precios de los activos dependen de las exposiciones a las variables que se describen en la economía, lo cual es consistente con las teorías de valoración de activos de Merton. En definitiva, las variables económicas son significativas para estimar los índices bursátiles.

El estudio de las variables económicas para desarrollar decisiones de inversión, es importante en el efecto de los mercados accionarios, por lo cual se constituyen como posibles factores de riesgo no diversificable. (Agudelo Rueda, 2010).

García, Jabel, Garzón & López (2013), mencionan que el hallazgo del impacto de las variables macroeconómicas sobre algunas bolsas de valores del mundo ha fomentado el diseño de modelos que utilizan dichas variables como datos de entrada para predecir índices bursátiles, resultando muy eficaces.

Tanto, Fuente, Gregoir & Zurita (2006), como Montes (2012) hacen referencia a variables macroeconómicas para predecir índices bursátiles del mercado accionario chileno como el mercado accionario brasilero respectivamente. Los primeros usan como método la teoría de precios de arbitraje y el segundo el método de mínimos cuadrados, el método generalizado de momentos (GMM) y sistemas de GMM.

Por otro lado, a través de los modelos de familia ARCH, en especial el modelo GARCH, varios artículos revisados para la construcción de este documento vincularon la influencia de variables macroeconómicas para predecir índices bursátiles, entre estos están los estudios de: Flannery & Protopapadakis (2001) para el rendimiento de las acciones diarias; Grajales & Pérez (2008) para el IPC de México y el IGBC de Colombia; Alfaro & Silva (2008) para el IPSA de Chile; Agudelo & Gutiérrez (2011) para índices latinoamericanos; Monsegny & Cuervo (2008) se refiere solamente a los Modelos ARCH, GARCH y EGARCH y su aplicación a series financieras. No obstante, algunos estudios usaron el modelo de mínimos cuadrados para la predicción de índices bursátiles tales como: Fuentes, Gregoir & Zurita (2006) para los rendimientos accionarios chilenos y Caldas (2012) para el índice brasilero del mercado de valores (IBOVESPA).

Así mismo algunos artículos encontrados para la presente investigación muestran los efectos de la volatilidad en índices bursátiles o en series financieras, estos estudios son: Sarwar (2012) que se refiere al VIX Chicago Board Options Exchange Market Volatility Index (en español: índice de volatilidad del mercado de opciones de Chicago) con respecto a los índices bursátiles de Estados Unidos, Hao & Zhang (2013) realizan la estimación del VIX a través de un modelo GARCH y Parkinson (1980), Cox (1979) y Rogers & Satchell (1991) realizan diferentes estimaciones sobre la volatilidad.

Se evidencia que la mayoría de estudios realizan estimaciones para la predicción de series financieras como los índices bursátiles a través de modelos de la familia ARCH, así mismo la importancia de involucrar variables macroeconómicas en su predicción.

En la búsqueda de comprender la influencia de los anuncios macroeconómicos en la volatilidad del índice COLCAP, se estudia la econometría y los modelos más utilizados para la predicción de series financieras, como lo son los índices bursátiles. A raíz de ello se revisaron los estudios mencionados que permitieron evidenciar el análisis de los factores macroeconómicos tanto para el índice IGBC como para otros índices internacionales,. Sin embargo, en los estudios revisados no se encontró el análisis del impacto de los factores macroeconómicos sobre el índice COLCAP, ni la influencia de estos factores en la volatilidad del índice.

Para la estimación del modelo econométrico desarrollado en el presente estudio se evaluó la teoría económica de la renta variable y a través de las investigaciones mencionadas en el documento se identificaron los factores macroeconómicos que afectan el comportamiento de las acciones, los cuales se validaron y seleccionaron para modelo econométrico de acuerdo al entorno económico y bursátil colombiano, posteriormente se analizó la validez de los valores estimados en el modelo, y por último se expusieron las conclusiones acorde a los resultados.

Dichos resultados mostraron que algunas de las variables macroeconómicas afectan la volatilidad del Colcap. En los modelos que se presentaran a continuación las variables como los índices bursátiles, los precios del carbón y los precios del petróleo muestran cierta influencia con respecto las medidas de volatilidad del índice Colcap.

2. Marco conceptual

2.1 Relación entre el Mercado Accionario y la Economía

En el sistema financiero se articulan operaciones de financiamiento, ahorro e inversión que contribuyen al crecimiento y desarrollo de la economía, donde interactúan agentes con superávit de capital y agentes deficitarios. En pro de estructurar las actividades donde pueden participar estos agentes, se crean diferentes mercados en el sistema financiero, dentro de este se encuentra el mercado de capitales.

Importantes estudios sobre finanzas y desarrollo han demandado por décadas un vínculo positivo entre el sector financiero y el desarrollo económico. Así mismo una relación positiva del mercado accionario y el desarrollo económico, generado por el crecimiento de los

mercados accionarios e impulsado por la globalización económica y financiera en las últimas décadas. (Brugger & Ortiz, 2012). Demirgüt-Kunt & Levine (1996), afirman que la liquidez proveniente de los mercados accionarios acrecienta la productividad de capital a un nivel global de la economía y facilita la inversión rentable a largo plazo. Es entonces que el mercado de capitales puede definirse como el segmento más extenso y trascendental del sistema financiero, dado que es el más importante promotor del crecimiento económico. En su naturaleza, corresponde al conjunto de dispositivos habilitados en la economía con el objetivo esencial de garantizar el proceso de ahorro e inversión, conseguido por medio de la equitativa asignación de los recursos de capital, el riesgo y la información presentes en el mercado, lo cual admite un coherente desarrollo gradual de la sociedad (Giraldo, Ruiz, & González, 2007).

Al respecto, Levine (1997) y Mishkin (1973) manifiestan que un sistema financiero bien desarrollado incorporando en él a los mercados de capital alienta a la inversión, a razón de una mejor identificación y financiamiento de oportunidades rentables de negocios, la movilización del ahorro, la eficiente distribución de los recursos, la diversificación del riesgo, y su ayuda al intercambio de bienes y servicios.

Dentro del mercado de capitales se negocian activos financieros, estos son activos intangibles, dado que su valor o beneficio es una obligación de dinero a futuro. (Casas & Cepeda, 2008), dentro de estos activos financieros se encuentran las acciones, donde el comportamiento de los precios de las mismas puede ser medido a través de los índices bursátiles que buscan capturar las características y los movimientos de valor de las acciones que conforman el índice. También se puede definir como una medida de rendimiento del conjunto de dichos títulos, que constituyen una base para determinar la apreciación del mercado frente al comportamiento de las empresas y de la economía. (Bolsa de Valores de Colombia., 2014).

Es así que estos índices, conceden medir de forma agregada la rentabilidad obtenida por los inversionistas en bolsa y sirven como herramienta de predicción de la evolución futura de los mercados. (Caballero Míguez & Domínguez Torreiro, 2006), lo que constituye un indicador importante en la economía y un referente para los inversionistas a la hora de tomar decisiones.

La evolución de determinados indicadores macroeconómicos, pueden influenciar la evolución del sector en el que actúa la sociedad, por lo cual cada sociedad debe escoger aquellos indicadores cuya evolución ha tenido o puede tener gran influencia en su entorno y por lo tanto en su futuro. A pesar de que existen gran variedad de factores macroeconómicos de influencia en el entorno, no todos tienen un impacto importante sobre la actividad, por lo que se deben escoger aquellos cuya evolución pueda ser útil. (Martínez Pedrós & Milla Gutierrez, 2012). Dicho esto, se evidencia que los factores macroeconómicos intervienen en las actividades económicas de una sociedad, la cual debe escoger los factores de mayor relevancia, por lo que se hace indispensable considerar las variables macroeconómicas que pueden ser útiles, por su alta influencia en el mercado accionario, específicamente en el índice COLCAP.

En dirección a exponer los factores macroeconómicos que intervienen en el comportamiento de las acciones, se hace relevante primero enfocarse en la relación de los mercados emergentes con el mercado accionario, en consecuencia que Colombia es un país emergente y esta clasificación constituye determinantes económicos específicos. Los países que se encuentran en vía de desarrollo, cuentan con un gran crecimiento de la economía de manera acelerada con un riesgo de situación política y financiera inestable. Estos mercados soportan ciclos económicos irregulares, donde su política monetaria amerita ciertas variables, acudiendo a indicadores esenciales como la inflación, la balanza de pagos y la evolución del PIB. Los mercados emergentes ejercen un fuerte efecto sobre los índices bursátiles, haciendo que los mismos fluctúen e incrementen la incertidumbre en los inversionistas. A pesar de dicha volatilidad estos mercados siguen marcado la pauta a nivel mundial, impactando economías completas y por lo tanto los índices bursátiles del mundo, que a su vez afectan las grandes decisiones financieras. (Gil, Suárez, & Perez, 2013)

A continuación se presentan los artículos investigados que incluyen variables económicas en sus modelos de predicción de series financieras, como lo son los índices bursátiles.

Tabla 1. Estudios sobre estimaciones de series financieras a través de variables macroeconómicas

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	VARIABLES	METOLOGÍA	RESULTADOS
Nai-Fu Chen, Richard Roll and Stephen A. Ross	1986	Economic Forces and the Stock Market	Producción industrial, los cambios en la prima de riesgo, giros en la curva de rendimientos, inflación, innovaciones en el consumo real per cápita e índice de los cambios en los precios del petróleo	Modelo autorregresivo vectorial	Varias de estas variables económicas resultaron ser significativas para explicar la rentabilidad bursátil esperada, específicamente, la producción industrial, los cambios en la prima de riesgo, giros en la curva de rendimientos, y, algo menor medida, inflación no anticipada y cambios en la inflación esperada que durante los períodos estudiados fueron altamente volátiles.

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	VARIABLES	METOLOGÍA	RESULTADOS
Mark J. Flannery Aris A. Protopapadakis	2001	Macroeconomic Factors Do Influence Aggregate Stock Return	La inflación y la oferta de dinero Balanza comercial, Empleo y Construcción de vivienda nueva	GARCH	Indican que los rendimientos del mercado de valores se correlacionan significativamente con la inflación y el crecimiento monetario. Encontraron seis candidatos para los factores de precio: Tres nominales (IPC, IPP y un agregado monetario) y tres reales (la Balanza Comercial, el informe del empleo y la construcción de vivienda nueva).
Francisco López Herrera Francisco Javier Vázquez Téllez	2002	Variables económicas y un modelo multifactorial para la bolsa mexicana de valores: análisis empírico sobre una muestra de activo	Nivel de actividad económica, al grado de confianza o sentimiento de mercado y a las expectativas inflacionarias, cambiarias y de equilibrio del sector externo.	Mediante el método de extracción de componentes principales (ACP) se selecciona un subconjunto de variables macroeconómicas, y se estiman con un modelo EGARCH- X	Se encontró que cinco factores macroeconómicos podían explicar las relaciones observables entre las variables económicas analizadas, asociados estos a la actividad económica, al grado de confianza o sentimiento de mercado y a las expectativas inflacionarias, cambiarias y de equilibrio del sector externo. Este estudio sugiere que el factor más importante para explicar los rendimientos es la confianza que experimentan los inversionistas, pues en todos los casos se evidenció sensibilidad hacia dicho factor, en tanto que el equilibrio del sector externo parece ser el menos importante.
Rodrigo Fuentes S. M., Jorge Gregoir e C. y Salvador Zurita L	2006	Factores macroeconómicos en rendimientos accionarios chilenos	PIB, precio del cobre, precio del petróleo, el exceso de rendimiento del IGPA, inflación, tasa libre de riesgo	Mínimos cuadrados no lineales en tres etapas	Indican que los factores macroeconómicos son relevantes en la determinación de los rendimientos y los premios de riesgo pagados por dichos factores son positivos y estadísticamente significativos para la variable sorpresa en el crecimiento, sorpresa en el cobre y en el petróleo.

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	VARIABLES	METOLOGÍA	RESULTADOS
Rodrigo Alfaro, Carmen Gloria Silva	2008	Volatilidad de índices accionarios: el caso del IPSA (Índice de precio selectivo de acciones)	Turbulencias en mercados internacionales. S&P 500	Modelo Binomial-Modelo GARCH	Propusieron un índice de volatilidad para el caso del índice accionario IPSA, llamado VIMA, que utiliza el máximo y mínimo del índice dentro del día y corresponde a una adaptación del índice de volatilidad planteado por Parkinson (1980), adicionalmente corroboraron que esta medida de volatilidad es apropiada para mercados bursátiles que no poseen opciones.
Diego Agudelo y Ángelo Gutierrez	2011	Anuncios macroeconómicos y mercados Accionarios: el caso latinoamericano	Anuncios macroeconómicos: Tasa de interés, el desempleo, tasa de cambio, inflación, pib, la balanza comercial, S&P 500, rendimientos internacionales y la devaluación.	Modelos de la familia ARIMAX - GARCH o ARMAX - EGARCH.	Encontraron que los anuncios solo son significativos, y del signo esperado para la tasa de interés en Chile y Colombia, para la inflación en México y para el desempleo en los tres mercados. Además en casos específicos no incorporan toda la información el día del anuncio y en otros reaccionan ante el anuncio en sí mismo manejando el efecto la sorpresa, lo cual es contrario a lo postulado en la hipótesis de eficiencia del mercado.

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	VARIABLES	METOLOGÍA	RESULTADOS
Samuel Brugger y Edgar Ortiz	2012	Mercados accionarios y su relación con la economía real en América Latina	El PIB	a) Análisis de raíces unitarias; b) Análisis de cointegración, c) Prueba de mecanismo de corrección de error, d) Modelo de causalidad de Granger, e) Funciones de impulso respuestas, y f) Análisis de vectores autorregresivos.	Examinaron el desempeño de las bolsas de valores latinoamericanas con su economía real, encontraron que el mercado accionario de Sao Paulo fue el más rentable y el de menor crecimiento fue el Argentino. De acuerdo a la prueba de Johensen, los rendimientos de los índices bursátiles y la variación porcentual en el PIB mantienen a largo plazo una relación de equilibrio en los cuatro casos y así mismo encontraron que la bolsa influye en el desarrollo económico, pero este no influye en el desempeño de la bolsa.
Gabriel Caldas Montes	2012	Macroeconomic environment, country risk and	La política monetaria y la gestión de la deuda pública, así como la credibilidad y la reputación afectan el riesgo país y el desempeño del mercado de valores de Brasil.	Aplicación de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO), el método generalizado de momentos (GMM) y sistemas de GMM.	Los resultados sugieren que la política monetaria y la gestión de la deuda pública, así como la credibilidad del régimen de metas de inflación y la reputación del banco central afectan el riesgo país y el principal índice brasileño del mercado de valores (IBOVESPA). Por otra parte, el resultado sugiere nuevas ideas acerca de la influencia de las políticas económicas sobre la economía; señalando que una menor percepción de riesgo país por los inversores basado en la mejora de los fundamentos macroeconómicos, alienta el ingreso de los agentes económicos en el mercado de valores brasileño.

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	VARIABLES	METOLOGÍA	RESULTADOS
Ling T.He	2013	Mean reversion of volatility around extreme stock returns: evidence from u.s. stock indexes	Rendimientos de los principales mercados internacionales	Varianza / desviación estándar, asimetría y curtosis, respectivamente.	Comenta que en estudios anteriores se menciona que los principales mercados bursátiles mundiales están estrechamente relacionados entre sí y no son los precios y la volatilidad efectos secundarios significativos entre los diferentes mercados en el mundo. Los resultados de su estudio ilustran reversiones notables en el impulso de la volatilidad, la concentración y el nivel entre períodos antes y después de los rendimientos extremadamente altos de las acciones, así como fuertes reversiones de volatilidad, después de rendimientos muy negativos de las acciones.

Fuente: Elaboración Propia

Antes de hacer referencia a la volatilidad, se hace necesario estudiar el modelo básico de valoración de acciones de Gordon, con el fin de revisar el impacto de los factores macroeconómicos en el precio de las acciones, el cual está dado por la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Modelo Gordon

$$P = \frac{D_1}{(r-g)} \quad (1)$$

Ecuación 2. Modelo Gordon

$$D_1 = D_0 (1 + g) \quad (2)$$

Donde P es el valor de la acción, D0 es el dividendo por acción en el momento 0, g es el factor de crecimiento del dividendo y Ke es el rendimiento esperado, la tasa descuento. La hipótesis crucial en éste modelo de valuación es que se espera que los dividendos por acción aumenten perpetuamente a una tasa compuesta g. Dicha hipótesis puede ser una aproximación semejante a la realidad. (Van Horne J. , 1997). Los factores macroeconómicos afectarán el precio de la acción, dado su efecto en el crecimiento de los flujos de efectivo futuros (g) y la tasa de descuento (r). (Agudelo & Gutiérrez, 2011)

Ahora bien, en el modelo CAPM de valuación de activos de capital, se debe tener en cuenta que los inversionistas que mantienen un portafolio bien diversificado exigen un premio adicional solamente por el riesgo de mercado o sistemático, que no se elimina mediante

diversificación y que se mide mediante el coeficiente Beta. Por lo tanto, éste modelo, calcula el rendimiento que se espera por invertir en acciones, la misma variable utilizada en el modelo Gordon como r para hallar el valor de la acción. A continuación se muestra la ecuación del modelo: (Dumrauf, 2010)

Ecuación 3. Modelo CAPM

$$r_j = r_f + \beta_j(r_m - r_f) \quad (3)$$

Donde, r_f es la tasa libre de riesgo, r_m el rendimiento esperado del mercado, β_j es el beta de la acción mercado. La prima de riesgo es $(r_m - r_f)$, la cual varía en función de beta, dado que entre mayor riesgo de mercado perciba el inversionista va exigir más rendimiento.

De lo anterior, se puede deducir que la tasa libre de riesgo es un factor que afecta directamente el rendimiento esperado, por el simple efecto de sustitución entre renta fija y renta variable, por tanto a mayor tasa de interés libre de riesgo, mayor será el costo de capital representado en el rendimiento esperado r_j y por lo tanto menor será el valor de la acción en el mercado. Se evidencia en la economía que la incertidumbre frente a una determinada variable macroeconómica representa una fuente de riesgo sistemático, representado en el coeficiente Beta en el modelo y afecta el mercado accionario en general. (Agudelo & Gutiérrez, 2011)

2.2 Volatilidad en los mercados accionarios

Cuando se habla de incertidumbre y riesgo, en acciones es importante referirse a la volatilidad. Una acción se considera volátil cuando su precio varía en gran medida con relación a la variación del mercado. (Pinilla Sepulveda , Valero Rueda, & Guzmán Vásquez , 2007).

En miras de comprender el concepto de volatilidad, se necesita conocer la variabilidad de los rendimientos, que son las variaciones de los precios de los activos financieros en un tiempo determinado, donde el riesgo es la variabilidad de estos rendimientos en relación con lo que espera recibir el inversionista, por tanto a mayor variabilidad más riesgosos serán los títulos. (Van Horne & Wachowicz, 2002).

Bahi (2007) afirma que: “Se entiende a la volatilidad como una medida de riesgo que se deriva de los cambios de rentabilidad de los activos financieros, debido a su sensibilidad a informes o rumores de índole política, económica, de políticas económicas gubernamentales, monetarias o fiscales, entre otros.”(p.4).

Entendiendo entonces el concepto de volatilidad, a continuación se mencionan algunas causas de la misma, las cuales se deben poner en consideración en activos de mercados bursátiles: (Bahi, 2007)

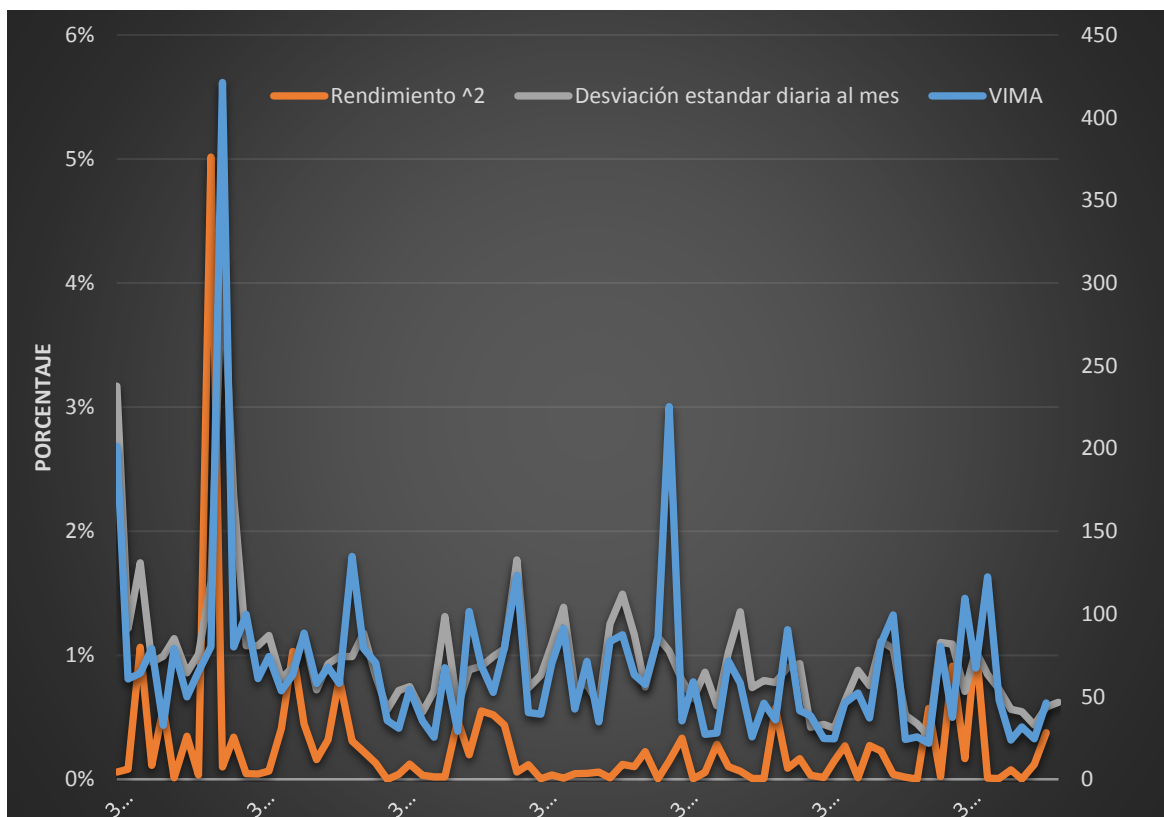
- **Efecto Leverage:** Cuando las acciones caen el cambio en patrimonio es mucho mayor al cambio en el valor de mercado de la deuda, por lo cual la relación deuda patrimonio aumenta, aumentando así el riesgo del patrimonio dado que la volatilidad futura de la acción va a acrecentarse.

- Mercados eficientes: De acuerdo a Samuelson en 1965, los cambios en los precios son aleatorios y no son predecibles en la medida que añadan perspectivas e información de todos los participantes del mercado.
- Volumen transado: Schwert en 1989 indicó que los mercados no son tan eficientes como lo esperado y así mismo descubre relación entre la volatilidad accionaria y el volumen transado.
- Requerimiento de margen: Es el mínimo valor que debe ser requerido por corredores y vendedores en una compra de acciones a crédito. Estos requerimientos son realizados como una forma de mitigar la especulación y aminorar la volatilidad del mercado accionario.

En lo referente a las medidas de volatilidad, las más usadas son la varianza y la desviación estándar, ambas son medidas de dispersión de los posibles resultados, a mayor varianza o desviación estándar más dispersos se encontrarán los rendimientos con respecto a la media. Por tal razón el riesgo específico de un activo es su desviación estándar. (Dumrauf, 2010).

De modo similar para la presente investigación se tomaron medidas de volatilidad tales como: El rendimiento al cuadrado, la desviación estándar y El VIMA (Índice creado por Alfaro & Silva (2008), con el fin de medir la volatilidad del IPSA. Éste índice es apropiado para mercados bursátiles que no poseen opciones.)

Grafico 1. Medidas de Volatilidad



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 1 se evidencia mayor similitud entre la desviación estándar y el rendimiento al cuadrado y aunque el VIMA puede tener picos más altos se observa la misma tendencia.

No se puede olvidar, que las inversiones en acciones son mundialmente conocidas, pero generan incertidumbre entre los inversionistas y se reconocen por su riesgo, es decir volatilidad, por lo que los inversionistas hacen análisis, aplican metodologías y utilizan los indicadores que se presentan en el mercado para tomar sus decisiones de inversión y tratar de disminuir ese riesgo.

La homoscedasticidad se refiere a la volatilidad que sería calculada como parámetro de una función de distribución de los rendimientos de un activo, en el que se partiera de la hipótesis de que la varianza de los rendimientos se mantiene invariable. La heteroscedasticidad por su lado se calcula iniciando con la hipótesis de desviación típica que no es constante en el tiempo y por el contrario es modelable en sí misma. De acuerdo a lo mencionado, es lógico que las variables de los mercados financieros en su comportamiento actual respondan a una expectativa generada en el momento precedente, esto significa un valor esperado condicionado con la volatilidad del período anterior (Bahi, 2007). El índice COLCAP que se analiza en esta investigación, es una variable con una volatilidad heterocedástica, debido a a sus condiciones de serie financiera

En la investigación se estudiaron los siguientes artículos con relación a la volatilidad y las series financieras. Muchos de estos toman el indicador VIX Chicago Board Options Exchange Market Volatility Index (en español: índice de volatilidad del mercado de opciones de Chicago), sin embargo se debe tener en cuenta que para el caso colombiano no se tiene un mercado de opciones desarrollado y por lo anterior se tomó como medida de volatilidad el VIMA.

Tabla 2. Estudios sobre volatilidad

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	METOLOGÍA	RESULTADOS
Linlan Xiao	2013	Realized volatility forecasting: empirical evidence from stock market indices and exchange rates	Los modelos de la competencia incluyen un modelo de regresión simple (SRM), modelo de volatilidad estocástica con dependencia intertemporal Lagged (SVL), modelo de volatilidad estocástica con dependencia Contemporánea SVC), y un modelo heterogéneo autorregresivos (HAR).	Investigaron empíricamente el comportamiento predictivo de cuatro modelos que utilizan la volatilidad observada, para predecir la volatilidad diaria de S & P 500 (SPX), Dow Jones promedio de la industria (DJIA), los tipos de cambio el dólar canadiense (CAD / USD) y Libra esterlina (USD / GBP). En general los resultados se precisan igualmente al pronóstico, cuando se utilizan datos de índices de renta variable, mientras que los resultados varían a través de pruebas de diferencia cuando se utilizan datos de la tasa de cambio.

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	METOLOGÍA	RESULTADOS
Ghulam Sarwar	2012	Intertemporal Relations between the Market Volatility Index and Stock Index Returns	Examinan las propiedades estadísticas de las series VIX y rendimiento del índice de valores y calculan los coeficientes de autocorrelación y correlaciones cruzadas	Ilustra en su artículo que los resultados del análisis de correlación cruzada indican una fuerte relación negativa entre el VIX y los rendimientos bursátiles, en el análisis de regresión y sugiere una fuerte relación negativa entre los cambios del VIX y los retornos del S&P100, 500 y 600. El VIX responde más agresivamente a los cambios negativos en los rendimientos del mercado, de lo que responde a los cambios positivos en rendimientos de tamaño similar.
Jinji Hao Jin E. Zhang	2013	GARCH Option Pricing Models, the CBOE VIX, and Variance Risk Premium	GARCH. Derivan las correspondientes fórmulas VIX implícitas originadas de la relación de valoración local de riesgo-neutral (LRNVR) propuesto por Duan (1995).	La comparación de los límites de difusión del proceso GARCH en virtud de la medida física y la LRNVR, donde se encuentra que la innovación que la volatilidad es invariante con respecto al cambio de la medida de la probabilidad. Además, señalan que la prima de riesgo de las acciones no puede servir para captar la prima de la varianza, que por lo general se entiende mal en la literatura. Por lo tanto, el modelo de valoración de opciones GARCH bajo la LRNVR no incorpora una prima por el riesgo de volatilidad.
Michael Parkinson	1980	The Extreme Value Method for Estimating the Variance of the Rate of Return	Método de valor extremo	El método de valor extremo proporciona una mejor estimación de esa constante de difusión que el método tradicional. Por lo tanto, para estimar la varianza de la tasa de retorno, sin duda se debe preferir el método de valor extremo.
John C. Cox & Stephen A. Ross	1979	Option Pricing: A Simplified Approach	Modelo Binomial discreto	Cada vez es más evidente que los movimientos de los precios de las acciones se ajustan en un proceso binomial discreto o a una forma limitante de un proceso de éste tipo.

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
L. C. G. Rogers and S. E. Satchell	1991	Estimating variance from high, low and closing prices	Estimador Justo de la varianza	Proponen un nuevo estimador de la desviación estándar basado en los altos precios, los bajos y de cierre en una negociación diaria.

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo descrito, se evidencia la influencia de factores macroeconómicos en los índices bursátiles y por ende en el mercado accionario, así mismo debido a la volatilidad que estos índices presentan se revela una medida de incertidumbre entre los inversionistas, que genera la necesidad de identificar dicha volatilidad como forma de predicción, es por esto que la presente investigación es relevante ya que pretende identificar los factores macroeconómicos que influyen en la volatilidad del índice accionario COLCAP.

3. Método de solución

Con el fin de identificar los factores macroeconómicos que influyen en la volatilidad del índice Colcap, para la presente investigación se estudiaron diferentes artículos que exponen variables económicas para la predicción de series financieras, dichos artículos se encuentran recopilados en la tabla 1.

Retomando los artículos analizados y la importancia de las variables que se tomaron para los modelos presentados en esas investigaciones, se escogieron las siguientes variables económicas por presentar características relevantes para el mercado estudiado y para su entorno económico.

3.1 Variables económicas usadas para los modelos presentados:

El índice de precios al consumidor (IPC)

El Producto Interno Bruto (PIB)

Los precios del petróleo (WTI)

La tasa representativa del mercado (TRM)

El empleo

El desempleo

El índice de precios al productor (IPP)

El carbón

Las exportaciones

Las importaciones

El índice de precios de vivienda nueva (IPVN)

La tasa intervención

Inversión Extrajera de Cartera Débito

Inversión Extrajera de Cartera Crédito

El índice general de la bolsa de valores de Lima (IGBVL)

El índice de precios y cotizaciones de la bolsa Mexicana de valores. (IPC)

El índice bursátil de la bolsa Sao Paulo- Brasil. (BOVESPA)

El índice de precio selectivo de acciones de la bolsa de comercio de Santiago- Chile (IPSA)

El índice Standard & Poor's 500 de Estados Unidos (S&P500)

El índice bursátil del mercado Japonés (Nikkei)

El índice bursátil de la bolsa de valores de Hong Kong (Hang Seng)

Se tomaron los índices bursátiles de Latinoamérica, 2 asiáticos y uno estadounidense, por su influencia en mercado accionario colombiano.

3.2 Medidas de volatilidad utilizadas

Para la presente investigación se utilizaron las siguientes medidas de volatilidad sobre el índice COLCAP, con el fin de identificar como las variables presentadas en el punto anterior influyen sobre cada una de éstas medidas de volatilidad.

Los rendimientos al cuadrado del COLCAP, haciendo alusión a varianza como medida de volatilidad.

Ecuación 4. Varianza muestral

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \quad (4)$$

Ecuación 5. Varianza poblacional

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu_x)^2}{N} \quad (5)$$

La desviación estándar es la varianza al cuadrado e indica que tan dispersos están los datos con respecto a la media.

Por último, la medida VIMA basada en la investigación de Alfaro & Silva (2008)

Ecuación 6. Medida de volatilidad VIMA

$$VIMA = 1000 * \left(\frac{H}{L} - 1 \right) \quad (6)$$

Donde, H y L son los precios máximos y mínimos observados durante el mes.

3.3 Construcción de los modelos

En primer lugar se determinaron las correlaciones de las variables, en primera medida de los índices bursátiles y luego de las demás variables. Teniendo en cuenta que el coeficiente de correlación es un concepto relacionado con el coeficiente de determinación y ayuda a comprender el comportamiento entre las variables, ya que muestra la asociación lineal entre las mismas. (Gujarati & Porter, 2009)

Habiendo identificado las matrices de las correlaciones anteriores, se hace necesario para la construcción de los modelos que se verán a continuación, calcular las correlaciones cruzadas entre las variables, es decir realizar todas las posibles combinaciones de la multiplicación de las variables entre sí e identificar la correlación de estas multiplicaciones con relación al rendimiento al cuadrado, la desviación estándar y la medida de volatilidad VIMA del índice Colcap.

De lo anterior se generan todos los rendimientos de las variables al cuadrado lo que permite realizar un análisis de la varianza y ajustar la misma para la estimación del modelo.

Esto conlleva a resolver los problemas de la varianza y con todas las posibles combinaciones tomadas para las correlaciones cruzadas, se construyeron los modelos a través de una regresión lineal, por el programa estadístico y econométrico E-views, con el fin de estimar los parámetros y analizar su validez, para así obtener los resultados del presente estudio.

Basados en los estudios anteriores a la presente investigación presentados en la tabla 1, se puede evidenciar que para la predicción de series financieras específicamente para el mercado accionario los estudios de Flannery & Protopapadakis (2001), López & Téllez (2002), Alfaro & Silva (2008) y Agudelo & Gutiérrez (2011), usan modelos de la familia ARCH especialmente modelos GARCH; sin embargo se presentaron estudios usando el modelo de mínimos cuadrados en los artículos de Fuentes, Gregoir & Zurita (2006) & Caldas (2012).

De acuerdo a dichos artículos, en la presente investigación se realizó la regresión de las variables a través del método de mínimos cuadrados, dado que dicho método presenta propiedades estadísticas valiosas, que lo han convertido en uno de los más eficaces y habituales métodos en el análisis de regresión (Gujarati & Porter, 2009). Si el modelo de mínimos cuadrados no es suficiente para identificar la influencia de las variables sobre la volatilidad del COLCAP se realizara el ajuste a través de un modelo GARCH como lo sugieren varios de los estudios presentados.

Ecuación 7. Mínimos Cuadrados Ordinarios

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \mu_i \quad (7)$$

Se construyeron modelos a través de mínimos cuadrados para cada una de las medidas de volatilidad con relación a las variables escogidas y teniendo en cuenta la gran cantidad de variables generadas por las correlaciones cruzadas, se optó por seleccionar las combinaciones con mayores correlaciones. No se llegó a realizar modelos GARCH, por que los modelos realizados a través de mínimos cuadrados presentan un buen ajuste del modelo, dado que las variables presentadas en general explican bien la volatilidad del COLCAP, como se presenta a continuación en el análisis de resultados.

4. Presentación y análisis de resultados

4.1 Correlaciones entre las variables

Tabla 3. Matriz de correlaciones de los índices bursátiles

	COLCAP	IGBV L	IPC	BOVESPA A	IPSA A	S&P500	NIKKEI I	HANG SENG
COLCAP	1.00	0.53	0.55	0.68	0.55	0.56	0.41	0.62
IGBV	0.53	1.00	0.59	0.65	0.45	0.55	0.47	0.61
IPC	0.55	0.59	1.00	0.65	0.44	0.76	0.57	0.64
BOVESPA A	0.68	0.65	0.65	1.00	0.57	0.69	0.58	0.78
IPSA	0.55	0.45	0.44	0.57	1.00	0.45	0.36	0.57
S&P500	0.56	0.55	0.76	0.69	0.45	1.00	0.71	0.75
NIKKEI	0.41	0.47	0.57	0.58	0.36	0.71	1.00	0.67
HANG SENG	0.62	0.61	0.64	0.78	0.57	0.75	0.67	1.00

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a las correlaciones de los índices bursátiles se evidencia que el índice con mayor correlación con el Colcap es el índice Bovespa, seguido por el índice Hang Seng, y además, la correlación más alta es la del índice Hang Seng con relación al Bovespa. Así mismo, es importante resaltar que en la matriz de correlaciones de los índices bursátiles todas las correlaciones son positivas altas, lo que indica que se mueven en el mismo sentido.

Por otro lado, El 50% (Colcap, IGBVL, IPSA y Hang Seng) de los índices comparados en la matriz tienen mayor correlación con el índice Bovespa,

Después de haber revisado las correlaciones de los índices bursátiles, se requiere analizar las correlaciones de las demás variables del modelo, donde se pudo observar que el Colcap tiene correlación positiva con los precios del petróleo, y por el contrario se comportan de forma inversa a éste índice las variables de TRM, índice de precios de vivienda nueva y el índice de precios al productor, de éste último se puede decir que esta correlación sucede porque a medida que a las empresas tienen costos más altos, esto se reflejará en sus utilidades y por ende en el precios de sus acciones.

Así mismo, Los rendimientos del PIB tienen mayor correlación positiva con los rendimientos del precio del carbón y las exportaciones y tiene una correlación mínima con el Colcap, lo que lleva a recordar que Brugger & Ortiz (2012), afirman que encontraron que la bolsa influye en el desarrollo económico, pero este no influye en el desempeño de la bolsa.

Entre tanto, también se muestra que los rendimientos de los precios del petróleo tienen mayor correlación con los rendimientos del Colcap y los rendimientos del precio del carbón.

4.2 Correlaciones cruzadas

Las correlaciones cruzadas se calcularon con cada una de las medidas de volatilidad utilizadas en el presente estudio y a través del análisis de éstas matrices se obtuvieron los siguientes resultados:

4.2.1 Correlaciones cruzadas con relación al rendimiento al cuadrado del Colcap

En dichas correlaciones se evidencia que las combinaciones entre las variables TRM y el IGBVL, el IPP y el IGBVL, el IPP y el Bovespa, el IPP y el Nikkei y el IPP y el Hang Seng, son las mayores correlaciones negativas con relación al Colcap. Acabe indicar que todos rendimientos de los índices bursátiles de la muestra combinados con la variable IPP tienen un comportamiento inverso al Colcap.

De igual forma, las combinaciones del IGBVL con cada uno de los índices bursátiles tiene correlaciones positivas altas con los con el índice Colcap.

El efecto producido por las variables Bovespa con cada uno de los índices bursátiles tiene correlaciones positivas altas con el índice Colcap. La mayoría de los índices bursátiles combinados entre sí tienen correlaciones positivas con el Colcap.

En lo concerniente a los rendimientos al cuadrado de las variables, las correlaciones más negativas con el Colcap fueron el Índice Bursátil IPC, el IPSA, las exportaciones, el empleo y las importaciones y las correlaciones positivas fueron los índices Bursátiles Bovespa, Nikkei, IGBVL, Hang Seng y S&P500.

4.2.2 Correlaciones cruzadas con relación a la medida de volatilidad VIMA

En las correlaciones respecto a la medida de volatilidad VIMA se evidencia que los rendimientos de las variables del IPC, desempleo e inversión de cartera débito, cada una de éstas combinada con la variable exportaciones, genera correlaciones negativas mayores. Igualmente, los rendimientos de las variables desempleo e inversión de cartera débito, combinadas con los precios del carbón, genera correlaciones negativas mayores.

Por otro lado, el efecto de las variables WTI, empleo, el precio del carbón y las exportaciones, con respecto a las exportaciones, tiene correlaciones positivas mayores con respecto a al Colcap.. Es preciso indicar que los rendimientos de las exportaciones combinados con los precios del carbón conciben la correlación positiva más alta con el índice en toda la matriz.

En relación a los rendimientos al cuadrado de las variables, las correlaciones más negativas con el Colcap fueron con las variables IPVN, la tasa de intervención, Nikkei, importaciones

y la inversión de cartera débito. Además, las correlaciones más positivas con el Colcap fueron con las exportaciones, el precio del carbón, empleo, WTI e IPP.

4.2.3 Correlaciones cruzadas con relación a la desviación estándar

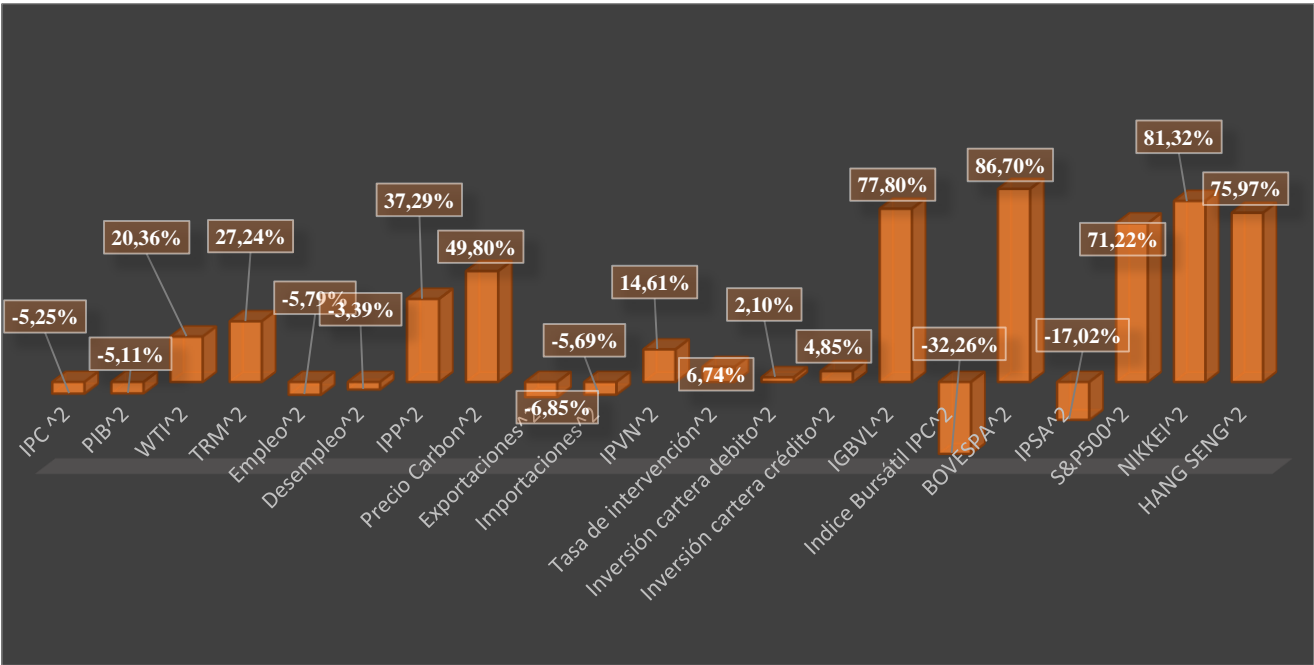
En cuanto a dichas correlaciones, las variables desempleo e inversión de cartera débito, combinadas con los precios del carbón, se comportan de manera inversa al Colcap.

Al contrario, los rendimientos de las variables el precio del carbón, las exportaciones y las importaciones combinadas con el empleo, formaron correlaciones positivas mayores con el índice. De modo similar, el efecto producido por las variables WTI, el precio del carbón, las exportaciones y el S&P500 con respecto a las exportaciones, también genera correlaciones positivas con dicho índice al igual que el efecto de las importaciones y los precios del carbón.

De los rendimientos al cuadrado de las variables, las correlaciones más negativas con el Colcap fueron las variables tasa de intervención, IPSA, desempleo, importaciones e IPVN y las correlaciones más positivas fueron con las variables exportaciones, el precio del carbón, IPP, WTI, y S&P500.

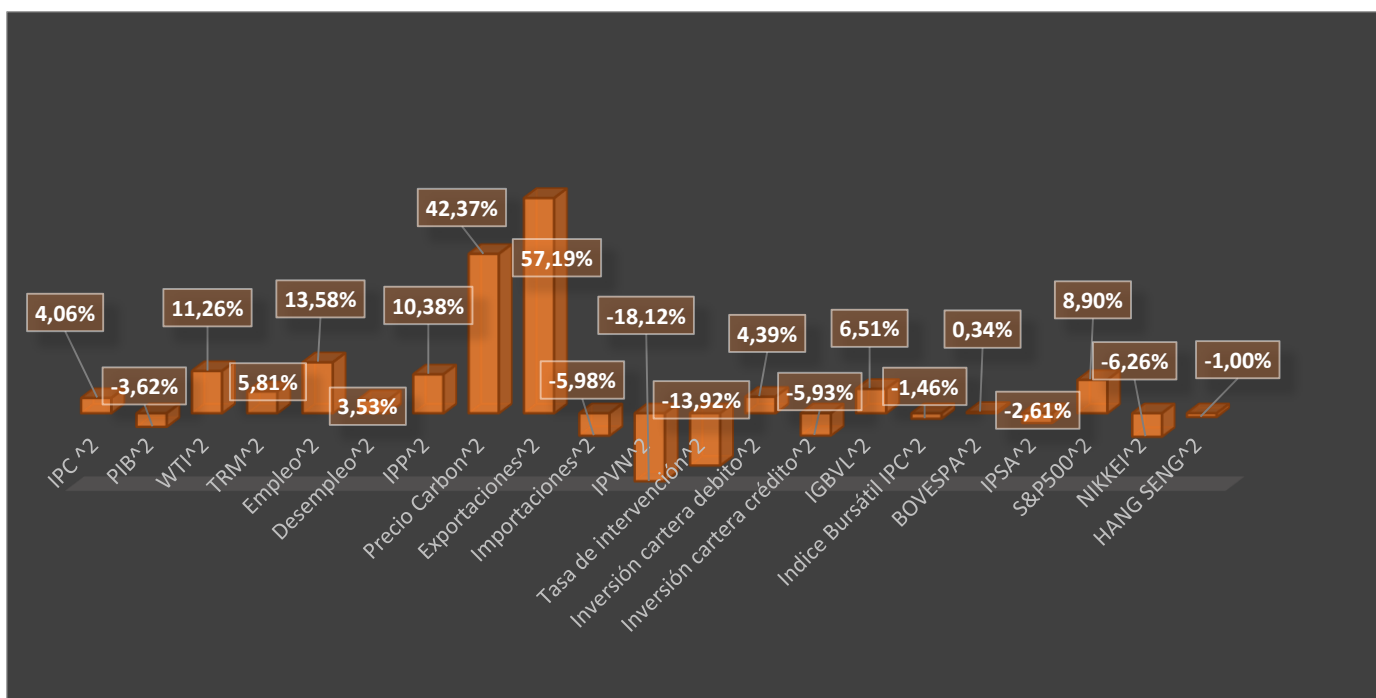
A continuación se muestran las correlaciones cruzadas de los rendimientos al cuadrado.

Grafico 2. Correlaciones cruzadas de los rendimientos al cuadrado de las variables con respecto al rendimiento al cuadrado del Colcap



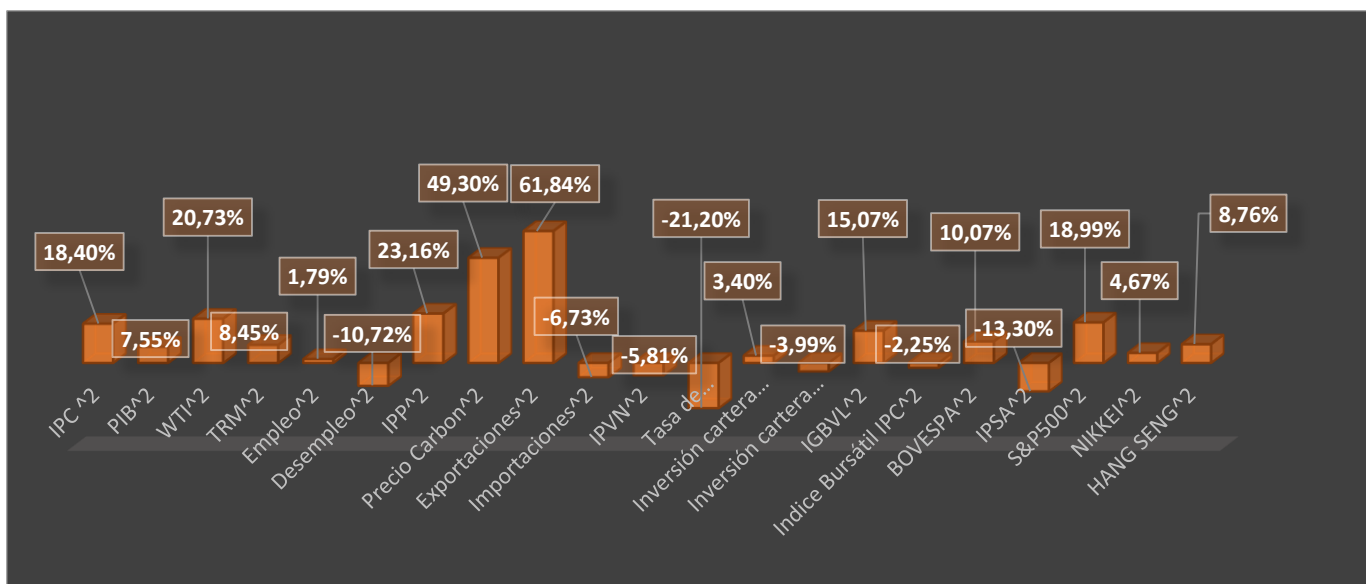
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 3. Correlaciones cruzadas de los rendimientos al cuadrado de las variables con respecto al índice VIMA para el Colcap



Fuente: Elaboración Propia

Grafico 4. Correlaciones cruzadas de los rendimientos al cuadrado de las variables con respecto a la desviación estándar del Colcap



Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 Modelos desarrollados

Ecuación 8. Modelos de las medidas de volatilidad con respecto a la multiplicación de los rendimientos de las variables y de los rendimientos de las variables al cuadrado

$$Colcap = \beta_1 + \beta_2 S\&P500_Bovespa + \beta_3 Nikkei_Bovespa + \beta_4 IGBVL_Carbón... \quad (8)$$

Modelo 1 Rendimientos al cuadrado del Colcap con respecto a la multiplicación de los rendimientos de las variables y de los rendimientos de las variables al cuadrado.

Dependent Variable: COLCAP

Method: Least Squares

Date: 01/31/15 Time: 23:03

Sample: 2008M01 2014M03

Included observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001446	0.000318	4.549975	0.0000
S_P500_BOVESPA	0.603393	0.191994	3.142768	0.0026
NIKKEI_BOVESPA	-0.472969	0.168389	-2.808787	0.0067
IGBVL_CARBON	0.322733	0.055344	5.831392	0.0000
BOVESPA_CARBO				
N	-0.351108	0.109084	-3.218683	0.0021
S_P_CARBON	0.333465	0.107374	3.105642	0.0029
IGBVL_WTI	-0.095880	0.030651	-3.128162	0.0027
INIPC_IGBVL	0.267883	0.073705	3.634542	0.0006
BOVESPA_INIPC	-0.315730	0.180633	-1.747906	0.0856
BOVESPA_WTI	0.149283	0.052737	2.830711	0.0063
HANG_SENG_NIK				
KEI	0.389473	0.140878	2.764614	0.0076
S_P500_WTI	-0.133765	0.048096	-2.781191	0.0072
HANG_SENG_WTI	-0.094563	0.044290	-2.135111	0.0368
INV_CART_D_IG				
BVL	-0.030692	0.012614	-2.433140	0.0180
IPSA_INIPC	0.468009	0.152210	3.074754	0.0032
R-squared	0.888749	Mean dependent var		0.002754
Adjusted R-squared	0.862790	S.D. dependent var		0.006146
S.E. of regression	0.002277	Akaike info criterion		-9.155480
Sum squared resid	0.000311	Schwarz criterion		-8.691983
Log likelihood	358.3305	Hannan-Quinn criter.		-8.970411
F-statistic	34.23705	Durbin-Watson stat		2.494028
Prob(F-statistic)	0.000000			

Las variables de éste modelo explican bastante bien el Colcap y se evidencia que todas las variables son significativas (probabilidad menor al 5%) menos la combinación del Bovespa

con el índice bursátil IPC, se observan efectos positivos con relación al Colcap, en las combinaciones S&P500 y Bovespa, el IPSA y el índice bursátil IPC, el Hang Seng y Nikkei, IGBVL y los precios del carbón, el índice bursátil IPC y el IGBVL y por último el Bovespa y los precios del petróleo, dichos coeficientes positivos indican que aumentan un 60,33%, un 46,80%, un 38,95%, un 32,27%, un 26,78% y un 14,93% respectivamente de lo que aumente el Colcap. Por lo que se muestra influencia de éstas variables sobre el índice.

Por otro lado, si Colcap aumenta las variables que disminuyen son: las combinaciones entre Nikkei y Bovespa, el Bovespa y los precios del carbón, Bovespa y el índice bursátil IPC, el S&P500 y los precios del petróleo el IGBVL y los precios del petróleo, Hang Seng y los precios del petróleo y la inversión de cartera débito y el IGBVL.

En las correlaciones cruzadas se observa que los índices bursátiles tienen correlaciones altas y en este modelo se evidencia la presencia alta de los índices bursátiles entre las combinaciones de las variables que explican el modelo, lo que indica consistencia en el mismo. De igual manera He (2013) afirma que los principales mercados bursátiles mundiales están estrechamente relacionados entre sí y no son los precios y la volatilidad efectos secundarios significativos entre los diferentes mercados del mundo.

Modelo 2. Medición del VIMA del Colcap con respecto a la multiplicación de los rendimientos de las variables y de los rendimientos de las variables al cuadrado.

En éste modelo las variables están en logaritmo, pero la medida VIMA del Colcap no se presenta en logaritmo.

Dependent Variable: COLCAP

Method: Least Squares

Date: 02/01/15 Time: 20:56

Sample: 2008M01 2014M03

Included observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	90.19547	9.067032	9.947629	0.0000
IPC_TRM	-78536.05	25160.54	-3.121397	0.0027
INTERVENCION_TRM	-2511.062	1153.656	-2.176613	0.0332
CARBON_DESEMPLEO	-1384.252	545.8177	-2.536106	0.0137
EXPORTACIONES_CARBO N	2646.228	309.1385	8.560007	0.0000
IPVN_IPVN	-21408.06	7915.309	-2.704640	0.0088
INTERV_INTERV	-1132.839	354.7239	-3.193580	0.0022
IGBVL_IGBVL	1066.871	222.1715	4.802014	0.0000
NIKKEI_NIKKEI	-2464.588	677.9786	-3.635201	0.0006
INV_CART_C_INV_CART _C	-68.92878	33.85097	-2.036242	0.0459

INV_CART_D_INV_CARTE RA_D	145.8425	45.87886	3.178862	0.0023
R-squared	0.718817	Mean dependent var	69.72165	
Adjusted R-squared	0.674882	S.D. dependent var	54.57510	
S.E. of regression	31.11825	Akaike info criterion	9.848195	
Sum squared resid	61974.13	Schwarz criterion	10.18809	
Log likelihood	-358.3073	Hannan-Quinn criter.	9.983912	
F-statistic	16.36095	Durbin-Watson stat	1.934199	
Prob(F-statistic)	0.000000			

En éste modelo todas las variables son significativas y explican el VIMA del Colcap en un 67,48%

Las variables que se comportan de forma inversa a la medida del VIMA del Colcap son las combinaciones entre: El IPC y la TRM, la tasa de intervención y la TRM, el Nikkei al cuadrado, el IPVN al cuadrado, carbón y desempleo, la tasa de intervención al cuadrado y la inversión de cartera crédito al cuadrado.

Por el contrario, las variables que aumentan cuando aumenta la medida del VIMA del Colcap son las combinaciones entre: Exportaciones y carbón, el IGBVL al cuadrado, y la inversión de cartera débito al cuadrado.

Agudelo & Gutiérrez (2011), en su estudio toman variables como el desempleo, la tasa de cambio, que ayudan a explicar en este modelo la volatilidad del Colcap.

Modelo 3. Desviación Estándar del Colcap con respecto a la multiplicación de los rendimientos de las variables y de los rendimientos de las variables al cuadrado.

Dependent Variable: COLCAP

Method: Least Squares

Date: 02/01/15 Time: 21:47

Sample: 2008M01 2014M03

Included observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.008127	0.000434	18.73662	0.0000
IPC_TRM	-15.56043	2.500478	-6.222979	0.0000
IPC_S_P500	-5.629627	1.907900	-2.950693	0.0043
CARBON_WTI	0.080986	0.018657	4.340801	0.0000
EXPORTACIONES_WTI	0.112247	0.025265	4.442855	0.0000
CARBON_DESEMPLEO	-0.086673	0.047227	-1.835235	0.0708

EXPORTACIONES__EXPOR TACI	0.137596	0.027136	5.070512	0.0000
R-squared	0.718049	Mean dependent var	0.010130	
Adjusted R-squared	0.693171	S.D. dependent var	0.005589	
S.E. of regression	0.003096	Akaike info criterion	-8.628632	
Sum squared resid	0.000652	Schwarz criterion	-8.412333	
Log likelihood	330.5737	Hannan-Quinn criter.	-8.542266	
F-statistic	28.86274	Durbin-Watson stat	2.132706	
Prob(F-statistic)	0.000000			

En éste modelo todas las variables son significativas, menos la combinación entre el carbón y el desempleo que su probabilidad es mayor al 5%. Estas variables explican la desviación estándar del Colcap en un 69,31%.

De acuerdo con el modelo presentado, se observa que se comportan de forma inversa a ésta medida de volatilidad las combinaciones entre: El IPC y la TRM, el IPC y el S&P500, y los precios del carbón y el desempleo. Por el contrario, las variables que aumentan cuando aumenta la desviación estándar del Colcap son las combinaciones entre: Las exportaciones al cuadrado, las exportaciones y los precios del petróleo y el carbón y el petróleo.

En el presente modelo las combinaciones de variables que lo explican como: los precios del petróleo se consideró en los estudios de Chen, Roll & Ross (1986) y Fuentes, Gregoir & Zurita (2006), la variable el S&P500 fue apreciada en los estudios de Agudelo & Gutiérrez (2011) y Alfaro & Silva (2008), el desempleo fue contemplada en el estudio de Agudelo & Gutiérrez (2011) y la inflación fue considerada en los estudios de Agudelo & Gutiérrez (2011) y Flannery & Protopapadaki (2001).

Ecuación 9. Modelos de las medidas de volatilidad con respecto a los rendimientos de las variables al cuadrado

$$Colcap = \beta_1 + \beta_2 Bovespa^2 + \beta_3 tasa\ de\ intervención^2 + \beta_4 Nikkei^2 \dots (9)$$

Modelo 4. Rendimientos al cuadrado del Colcap con respecto al rendimiento de las variables al cuadrado.

Dependent Variable: COLCAP

Method: Least Squares

Date: 02/01/15 Time: 22:11

Sample: 2008M01 2014M03

Included observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000240	0.000509	-0.471504	0.6387
BOVESPA__BOVE				
SPA	0.418043	0.061961	6.746879	0.0000
INTERV__INTERV	0.057559	0.026315	2.187332	0.0321
NIKKEI__NIKKEI	0.202393	0.064767	3.124959	0.0026
TRM__TRM	-0.322674	0.133860	-2.410531	0.0186
R-squared	0.807579	Mean dependent var		0.002754
Adjusted R-squared	0.796584	S.D. dependent var		0.006146
S.E. of regression	0.002772	Akaike info criterion		-8.874255
Sum squared resid	0.000538	Schwarz criterion		-8.719756
Log likelihood	337.7846	Hannan-Quinn criter.		-8.812566
F-statistic	73.44649	Durbin-Watson stat		2.134238
Prob(F-statistic)	0.000000			

En éste modelo todas las variables son significativas, y modelo explican los rendimientos al cuadrado del Colcap en un 79,65%.

En dicho modelo, se evidencia que los rendimientos del Bovespa tienen el coeficiente positivo mayor, consistentemente se observa la importancia de esta variable en las correlaciones y en el primer modelo. Cabe anotar que la única variable que se comporta de forma inversa al Colcap es la variable TRM, consistente con la teoría de renta variable.

.Modelo 5. Medición del VIMA del Colcap con respecto al rendimiento de las variables al cuadrado.

Dependent Variable: COLCAP

Method: Least Squares

Date: 02/01/15 Time: 22:27

Sample: 2008M01 2014M03

Included observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	49.28269	5.957663	8.272150	0.0000
CARBON__CARBON	775.6937	344.7540	2.249992	0.0275
EXPORTACIONES__EXP				
ORTACI	1698.231	362.4374	4.685585	0.0000
R-squared	0.371260	Mean dependent var		69.72165
Adjusted R-squared	0.353795	S.D. dependent var		54.57510

S.E. of regression	43.87120	Akaike info criterion	10.43957
Sum squared resid	138577.1	Schwarz criterion	10.53227
Log likelihood	-388.4839	Hannan-Quinn criter.	10.47659
F-statistic	21.25741	Durbin-Watson stat	1.904138
Prob(F-statistic)	0.000000		

En éste modelo todas las variables son significativas y explican el VIMA del Colcap en un 35,37%, así mismo no hay variables que se comporten de forma inversa al Colcap . y por el contrario, las variables que aumentan cuando aumenta el VIMA del Colcap son los rendimientos al cuadrado del carbón y las exportaciones.

Modelo 6. Desviación Estándar del Colcap con respecto al rendimiento de las variables al cuadrado

Dependent Variable: COLCAP

Method: Least Squares

Date: 02/02/15 Time: 08:05

Sample: 2008M01 2014M03

Included observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.005936	0.000808	7.350528	0.0000
CARBON_CARBON	0.078698	0.033120	2.376142	0.0202
EXPORTACIONES__EXPO				
RTACI	0.206822	0.033775	6.123541	0.0000
IPP_IPP	10.89380	5.325370	2.045642	0.0446
PIB_PIB	1.859992	0.765772	2.428911	0.0177
R-squared	0.521410	Mean dependent var	0.010130	
Adjusted R-squared	0.494062	S.D. dependent var	0.005589	
S.E. of regression	0.003976	Akaike info criterion	-8.152855	
Sum squared resid	0.001106	Schwarz criterion	-7.998356	
Log likelihood	310.7321	Hannan-Quinn criter.	-8.091166	
F-statistic	19.06575	Durbin-Watson stat	1.397616	
Prob(F-statistic)	0.000000			

En éste modelo todas las variables son significativas y explican la desviación estándar del Colcap en un 49,40%, indicando que si bien aún no se logra explicar completamente la varianza los elementos propuestos se asocian a la mitad de los cambios de la misma.

Es necesario advertir que no hay variables que se comporten de forma inversa a la desviación estándar del Colcap, sin embargo, se observan coeficientes positivos en las variables de

precios del carbón, las exportaciones, el IPP y el PIB. Es importante indicar que estas dos últimas variables están presentes solamente en este modelo.

En los modelos presentados no se encuentran como determinantes de la varianza las variables de empleo e importaciones, consideradas en otros estudios analizados en la presente investigación.

Así mismo, es importante indicar que las variables con mayor presencia en los modelos son los índices bursátiles, los precios del carbón y los precios del petróleo, por lo que se puede concluir que son las más significativas y explican la volatilidad del Colcap.

De forma reiterada, se hace necesario indicar que a pesar que la mayoría de los artículos investigados realizaron sus estimaciones a través de los modelos de la familia ARCH, especialmente GARCH, en la presente investigación dado que se resolvieron los problemas de la varianza a través de los rendimientos al cuadrado y se realizaron las diferentes combinaciones de las variables, el análisis de regresión se ejecutó a través del método de mínimos cuadrados donde los modelos indican que las combinaciones de las variables que en ellos se presentan, en especial en el modelo 1 explican muy bien la volatilidad del índice COLCAP.

5. Conclusiones

En esta investigación se analizaron los factores que influyen en la incertidumbre del mercado accionario en Colombia. Se encuentra que la volatilidad del índice del mercado puede ser representado a través de variables macroeconómicas y financieras tanto internacionales como las correspondientes al mercado local.

Los modelos presentados en el punto anterior explican en gran medida la volatilidad del Colcap en especial el modelo 1, que muestra la influencia de los factores macroeconómicos sobre los rendimientos al cuadrado del COLCAP, en este modelo se observa la influencia de los índices bursátiles como el Bovespa, S&P500, Nikkei, IGBVL, IPC, Hang Seng e IPSA, sus combinaciones especialmente con los precios del petróleo y del carbón, lo que es coherente con las correlaciones cruzadas donde se evidencian altos rendimientos en las combinaciones con los índices, respecto al rendimiento al cuadrado del COLCAP.

A pesar que en los otros modelos la presencia de índices bursátiles como variables explicativas es mucho menor, se observan como variables que influyen el IGBVL, el Nikkei, el S&P500 y el Bovespa. Igualmente se evidencian como variables explicativas las combinaciones con los precios del petróleo y del carbón, lo cual es acorde a las correlaciones cruzadas con respecto a la medida de volatilidad VIMA, donde el efecto de las exportaciones sobre los precios del petróleo, los precios del carbón, el desempleo y la inversión de cartera débito generan altas correlaciones, del igual forma los rendimientos al cuadrado del Nikkei, el IPVN y las exportaciones. Por otro lado, en la desviación estándar del COLCAP se obtuvieron correlaciones altas en las combinaciones de la exportaciones con los precios del petróleo, los precios del carbón y el S&P500.

De modo similar, He (2013) permite comprender la importancia de los índices bursátiles, sobre el comportamiento de otros índices bursátiles, dado que menciona que estos están relacionados entre sí y explica como la volatilidad no es un efecto secundario significativo entre los diferentes mercados del mundo. Es así, que se comprende en cierta medida las correlaciones positivas entre estos y la presencia estadística significativa de estas variables económicas en el modelo 1.

Es preciso indicar, que las variables como el empleo y las importaciones no son determinantes de la varianza en ninguno de los modelos, así mismo aunque el PIB es una variable explicativa en uno de los modelos no se evidenció mayor impacto como factor macroeconómico relevante en la investigación, consistente con lo estudiado por Brugger y Ortiz (2012), donde encuentran que la bolsa influye en el desarrollo económico, pero éste no influye en el desempeño de la Bolsa.

A pesar de que en el mercado accionario colombiano no existe la negociación de opciones, y por lo tanto no existe un control sobre la volatilidad del índice, los modelos presentados estiman bien la volatilidad de éste con las variables explicativas e indican cómo se comportan las variables económicas con respecto al Colcap.

Finalmente, en los modelos presentados se evidencia la influencia de los índices bursátiles, los precios del carbón y los precios del petróleo, sobre las medidas de volatilidad del Colcap.

6. Referencias

- Agudelo Rueda, D. (2011). *Inversiones en Renta Variable. Fundamentos y aplicaciones al mercado accionario colombiano*.
- Agudelo, D., & Gutiérrez, Á. (2011). Anuncios Macroeconómicos y Mercados Accionarios: El Caso Latinoamericano. *Revista Latinoamericana de Administración* 48, 46-60.
- Asociación Nacional de empresarios de Colombia ANDI. (2012). *Colombia: Balace 2012 y perspectivas 2013*. ANDI.
- Autorregulador del Mercado de Valores AMV. (05 de 2012). *AMV Colombia*. Obtenido de AMV Colombia:
<http://www.amvcolombia.org.co/attachments/data/20120605120911.pdf>
- Bahi, C. A. (2007). Modelos de medición de la volatilidad en los mercados de valores: Aplicación al mercado bursátil Argentino. *Universidad Nacional de Cuyo*.
- Bolsa de Valores de Colombia. (25 de 05 de 2014). *BVC*. Obtenido de BVC:
<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/descripciongeneral/indicesbursatiles?action=dummy>
- Brugger, S., & Ortiz, E. (2012). Mercados accionarios y su relación con la economía real en América Latina. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 43(168),63-93.
- Caballero Miguez, G., & Domínguez Torreiro, M. (2006). *Finanzas para no financieros. Una aproximación para entender la economía financiera actual*. España: Ideaspropias.
- Casas Monsegny, M., & Cepeda Cuervo, E. (2008). Modelos ARCH, GARCH y EGARCH: Aplicaciones a series financieras. *Cuadernos de Economía*, v. XXVII, n. 48, 287-319.
- Chaves Restrepo, M. (06 de 07 de 2013). *La República*. Obtenido de La República:
http://www.larepublica.co/finanzas/conozca-en-detalle-los-seis-nuevos-%C3%ADndices-del-mercado-burs%C3%A1til-colombiano_42137
- Chen, N.-F., Roll, R., & Ross, S. (1986). Economic Forces and the Stock Market. *The Journal of Business*, 383-403.
- Demirgüç-Kunt, A., & Levine, R. (1996). Stock Market, Corporate Finance and Economic Growth: An Overview. *The World Bank Economic Review*, Vol.10, Num 2.
- Dumrauf, G. (2010). *Finanzas Corporativas. Un enfoque latinoamericano 2da Edición*. Buenos Aires: Alfaomega.
- Francés, A. (2006). *Estrategia y Planes para la Empresa*. México: Pearson.

- Gil, J., Suárez, L., & Perez, D. (2013). Relación de causalidad entre los mercados emergentes y los índices bursátiles. *CICAG Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y gerenciales*, Vol 10, No 1., 10.
- Giraldo, D., Ruiz, P., & González , O. (2007). *Trading Independiente*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2009). *Econometria*, Quinta edición. México: McGraw-Hill.
- Levine, R. (1997). Financial Development and Economic Growth: Views and Agenda. *Journal of Economic Literature*, Vol. 35.
- Martínez Pedrós, D., & Milla Gutierrez, A. (2012). *Análisis del entorno*. Madrid: Diaz de Santos.
- Mishkin, F. (1973). The Economics of Money, Baking and Financial Merkets. *Addison Wesley Longman*.
- Nudelsman, S. (2013). Implicaciones de la crisis financiera y economica global en America Latina. (The Implications of the Global Financial and Economic Crisis in Latin America. With English summary.). *Problemas Del Desarrollo*, 44(175), 125-146
- Padilla Villa, H., & Zanello Riva , L. (2013). RELACIÓN ENTRE PENETRACIÓN FINANCIERA Y CRECIMIENTO ECONÓMICO. EL CASO COLOMBIANO EN EL PERIODO 2001-2010. *Revista Economía del Caribe* n° 11, 35-61.
- Pinilla Sepulveda , R., Valero Rueda, L., & Guzmán Vásquez , A. (2007). *Operaciones en el mercado de capitales*. Bogotá: Correval .
- Salvatore, D. (1983). *Econometría*. México: Mgraw Hill.
- Sánchez , M. (14 de 04 de 2014). *La República*. Obtenido de La República: http://www.larepublica.co/la-inversi%C3%B3n-extranjera-de-portafolio-lleg%C3%B3-su-m%C3%A1ximo-hist%C3%B3rico-en-marzo_110656
- Uribe, J. D. (4 de 08 de 2014). *Banco de la República*. Obtenido de Banco de la República: <http://www.banrep.gov.co/es/comunicado-04-08-2014>
- Van Horne, J., & Wachowicz, J. (2002). *Fundamentos de Administración Financiera*. México: Pearson.

ANEXO 1

Tabla 4. Matriz de correlaciones de las variables

	COLCAP	IPC	PIB	WTI	TRM	EMP LEO	DESEM PLEO	IPP	PRECIO DE CARBÓN	EXPO RTACI ONES	IMPORT ACIONES	IPVN	TASA DE INTER VENCIO N	INVERS IÓN CARTE RA DÉBITO	INVERS IÓN CARTE RA CRÉDIT O
COLCAP	1.00	0.07	-0.01	0.34	-0.47	0.09	-0.06	-0.31	0.06	0.10	0.04	-0.41	-0.24	0.00	-0.12
IPC	0.07	1.00	0.13	0.10	-0.19	0.13	-0.15	0.27	0.04	0.10	0.05	0.16	0.26	-0.23	0.16
PIB	-0.01	0.13	1.00	0.23	-0.12	0.16	-0.09	0.17	0.32	0.24	0.02	0.02	-0.04	-0.29	0.24
WTI	0.34	0.10	0.23	1.00	-0.45	0.04	0.03	0.00	0.31	0.06	0.00	-0.15	-0.18	0.01	0.07
TRM	-0.47	-0.19	-0.12	-0.45	1.00	0.07	-0.11	0.27	-0.12	-0.05	0.02	0.20	0.12	-0.15	0.03
EMP LEO	0.09	0.13	0.16	0.04	0.07	1.00	-0.75	0.06	-0.22	0.27	0.17	-0.28	0.08	-0.55	0.05
DESEM PLEO	-0.06	-0.15	-0.09	0.03	-0.11	-0.75	1.00	-0.11	0.16	-0.26	-0.09	0.19	-0.06	0.52	-0.03
IPP	-0.31	0.27	0.17	0.00	0.27	0.06	-0.11	1.00	0.05	0.07	0.04	0.26	0.09	-0.12	0.17
PRECIO DE CARBÓN	0.06	0.04	0.32	0.31	-0.12	-0.22	0.16	0.05	1.00	0.09	-0.07	0.22	-0.15	0.25	0.01
EXPORTACION ES	0.10	0.10	0.24	0.06	-0.05	0.27	-0.26	0.07	0.09	1.00	0.39	-0.01	-0.04	-0.05	0.02
IMPORTACION ES	0.04	0.05	0.02	0.00	0.02	0.17	-0.09	0.04	-0.07	0.39	1.00	0.00	0.05	-0.09	0.04
IPVN	-0.41	0.16	0.02	-0.15	0.20	-0.28	0.19	0.26	0.22	-0.01	0.00	1.00	0.22	0.25	0.08
TASA DE INTERVENCIÓN	-0.23	0.26	-0.04	-0.18	0.12	0.08	-0.06	0.09	-0.15	-0.04	0.05	0.22	1.00	-0.14	0.37
INVERSIÓN CARTE RA DÉBITO	0.00	-0.23	-0.29	0.01	-0.15	-0.55	0.52	-0.12	0.25	-0.05	-0.09	0.25	-0.05	1.00	-0.20
INVERSIÓN CARTE RA CRÉDITO	-0.12	0.16	0.24	0.07	0.03	0.05	-0.03	0.17	0.01	0.02	0.04	0.08	0.36	-0.20	1.00

